

Tergan, Sigmar-Olaf
Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien
Unterrichtswissenschaft 31 (2003) 4, S. 334-358



Quellenangabe/ Reference:
Tergan, Sigmar-Olaf: Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien - In: Unterrichtswissenschaft 31 (2003) 4, S. 334-358 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-67826 - DOI: 10.25656/01:6782

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-67826>
<https://doi.org/10.25656/01:6782>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung

31. Jahrgang / 2003 / Heft 4

<i>Christine Pauli, Kurt Reusser, Monika Waldis, Urs Grob</i> „Erweiterte Lehr- und Lernformen“ im Mathematikunterricht der Deutschschweiz.....	291
<i>Ortrud Sander</i> Weiterbildung von Pflegekräften im mittleren Management - Ein Konzept zur Förderung des Lerntransfers.....	321
<i>Sigmar-Olaf Tergan</i> Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien	334
<i>Detlef Urhahne, Sascha Schanze</i> Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten? Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung	359
Buchbesprechungen.....	378
Gutachter 2003	380
Hinweise für die Autoren	382

Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien

Learning and Knowledge Management with Hypermedia

Ein zentraler Gegenstand der Forschung zu Hypermedien im Lehr-/ Lernkontext war bisher die Untersuchung von Fragestellungen, die das Potenzial von Hypermedien zur Unterstützung des Wissenserwerbs betrafen. Die Ergebnisse empirischer Untersuchungen haben in der Regel euphorische Annahmen zur Lernförderung nicht bestätigen können. Sie haben gezeigt, dass Lernen mit Hypermedien nicht einfacher, sondern komplexer wird, vielfach zu Lernproblemen führt, eine hohe Lernkompetenz voraussetzt und durch prozessorientierte didaktische Maßnahmen unterstützt werden muss. Im ersten Teil des Beitrags wird der Forschungsstand zum Lernen mit Hypermedien dargestellt und kritisch diskutiert. Dabei wird auf zwei Arten der Verwendung von Hypermedien näher eingegangen: Hypermedien als Instruktionsmedien dienen der selbstgesteuerten Erschließung des in der Hypertextbasis vermittelten Wissens. Sie sind durch ein geringes Ausmaß an didaktischer Gestaltung gekennzeichnet. Hypermedien als Lernumgebungen sind demgegenüber durch ein hohes Ausmaß an didaktischer Gestaltung und prozessorientierter Lernförderung gekennzeichnet. Im zweiten Teil des Beitrags wird auf Hypermedien und hypermediale Tools eingegangen, die bei der Bewältigung komplexer wissensreicher Aufgabenstellungen besondere Funktionen im Rahmen eines individuellen und kooperativen Wissensmanagements wahrnehmen können. Die Untersuchung von Möglichkeiten der Verwendung von Hypermedien und hypermedialer Tools für das Wissensmanagement wird als eine wichtige Aufgabe für die Förderung eines selbstgesteuerten ressourcenbasierten Lernens bei komplexen kognitiven Anforderungssituationen herausgestellt.

Until recently a central focus in hypermedia educational research was on the effects of hypermedia for fostering knowledge acquisition. The results in general did not support the euphorical assumptions concerning the potential of hypermedia for fostering learning. They show that learning was not made easier with hypermedia but more complex and often resulted in learning problems. They further show that effective learning with hypermedia has as a pre-condition a high learning competence and will only result if it is scaffolded by instructional measures which focus on fostering active and constructive learning processes. In the first part of the article the state of

the art of research on learning with hypermedia is presented and critically discussed. Two kinds of approaches are analysed: hypermedia as media for instruction and hypermedia used for knowledge management. Hypermedia as instructional media aim at the self-regulated acquisition of knowledge represented in the hypertext-basis. Didactic measures for fostering learning play a minor role. Hypermedia learning environments on the contrary are characterised by a high amount of instructional scaffolding and process-oriented instructional measures. The second part of the article focuses on hypermedia-systems and hypermedia tools for fostering individual and co-operative knowledge management. It is suggested to study in more detail the power of hypermedia and hypermedia tools for individual and cooperative knowledge management for supporting self-regulated resource-based studying in knowledge-rich cognitive task situations.

1. Einleitung

Anforderungen an das Lernen, Problemlösen und wissenschaftliche Arbeiten werden heute zunehmend von der Komplexität von Sachverhalten, der raschen Zunahme und Veränderung von Sachinformationen, der Vielfalt und Vernetztheit dieser Informationen bestimmt. Sie werden ferner von der Notwendigkeit bestimmt, auf diese Informationen als Ressourcen für die Erweiterung eigenen Wissens und die Bewältigung kognitiver Anforderungssituationen zu beliebigen Zeitpunkten selbstgesteuert zugreifen und sie den eigenen Zielen und gegebenen Aufgabenstellungen entsprechend verarbeiten, bearbeiten und nutzen zu können. Hypermediale Lern- und Informationssysteme werden vielfach als geeignet angesehen, entsprechende kognitive Aktivitäten zu unterstützen. Diese Systeme gründen auf der Konzeption von „Hypertext“, die in ihren Grundzügen bereits von Bush (1945) entwickelt und von Nelson (1974, 1981) im Zuge der Realisierung erster computerbasierter Hypertext-Systeme technisch umgesetzt wurde. Als „Hypertext“ werden computerbasierte Informationsangebote verstanden, bei denen der Inhalt eines Gegenstandsbereichs in einzelne Informationseinheiten aufgegliedert und mittels Knoten und Verknüpfungen (engl. links) in Netzwerkform elektronisch in der Hypertextbasis eines Hypertext-Systems gespeichert ist. Hierdurch ist ein flexibler, selbstgesteuerter Zugriff auf die dort gespeicherten Informationseinheiten möglich. Der Zugriff erfolgt unter Ausnutzung der bestehenden Verknüpfungen zwischen den Informationsknoten. Von Hypermedia-Systemen spricht man dann, wenn die Informationsknoten nicht nur vorwiegend Text, angereichert mit einzelnen Abbildungen und Grafiken enthalten, sondern auch Ton, Bewegtbild, Animation, Simulation. Moderne Hypermedia-Systeme werden sowohl als Offline-Systeme auf CD-ROM-Basis, als auch online als netzbasierte Systeme realisiert. Das umfassendste Hypermedia-System ist das World Wide Web (WWW). Dieses ermöglicht sowohl den flexiblen Zugriff auf weltweit verteilte multimediale Wissens- und Lernressourcen, als auch, durch Nutzung

entsprechender Internet-Funktionen, die Kommunikation und Kollaboration mit weltweit verteilten Internet-Nutzern.

Im ersten Teil des Beitrags wird der Forschungsstand zum Lernen mit Hypermedien dargestellt und kritisch diskutiert. Dabei wird auf zwei Arten der Verwendung von Hypermedien näher eingegangen: Hypermedien als Instruktionsmedien dienen der Vermittlung von Wissen und dessen selbstgesteuerter Erschließung. Sie sind durch ein geringes Ausmaß an didaktischer Gestaltung gekennzeichnet. Hypermedien als Lernumgebungen sind demgegenüber durch ein hohes Ausmaß an didaktischer Gestaltung und prozessorientierter Lernförderung gekennzeichnet. Im zweiten Teil des Beitrags wird auf Hypermedien und hypermediale Tools eingegangen, die bei der Bewältigung komplexer wissensreicher Aufgabenstellungen besondere Funktionen im Rahmen eines individuellen und kooperativen Wissensmanagements wahrnehmen können.

2. Lernen mit Hypermedien

Nach Dillon & Gabbard (1998) lassen sich im Kontext von Lehren und Lernen zwei Arten von Hypermedien unterscheiden:

- Hypermedien als Instruktionsmedien,
- Hypermedien als Lernumgebungen.

2.1 Hypermedien als Instruktionsmedien

Hohe Erwartungen an einen erfolgreichen Einsatz von Hypermedien im Lehr-/Lernkontext richteten sich insbesondere auf die Auswirkungen bestimmter struktureller und funktionaler Merkmale von Hypermedien auf das Lernen (vgl. Gerdes, 1997; Tergan, 1997b, 1997c, 1997d; Tergan, 2002). So wurde erwartet, dass die vernetzte Repräsentation von Informationen in der Hypertextbasis ein vernetztes Lernen fördern und damit das Verstehen komplexer Sachverhalte unterstützen würde (Jonassen, 1986; Plausibilitäts-Annahme). Es wurde ferner erwartet, dass *multicodal* und *multimodal* repräsentierte Inhalte quasi automatisch das Lernen und Verstehen komplexer Sachverhalte erleichtern würden (Multimedia-Annahme). Angenommen wurde ferner, dass das bei Hypertexten und Hypermedien notwendige selbstständige Suchen und Aufrufen von Inhaltselementen ein aktives, selbstgesteuertes und konstruktives Lernen und damit den Wissenserwerb insgesamt fördern würde (Konstruktivismus-Annahme).

Die Forschung zum Lernen mit Hypermedien hat die zum Teil euphorischen Erwartungen nicht bestätigt (Chen & Rada, 1996; Dillon, 1996; Schulmeister, 1996). Die Befunde zeigen, dass die anfänglichen Annahmen zur Lernförderung durch Hypermedien häufig von einer wissenschaftlich naiven Erwartungshaltung geprägt waren. In einer Analyse des traditionellen instruktionalen Ansatzes der Verwendung von Hypermedien werden von Landow (1990) und Tergan (1997b, 1997c, 1997d) eine Reihe von konzeptuellen und

methodischen Schwächen herausgestellt, die eine mögliche Erklärung für die eingeschränkte Eignung von Hypermedien im Lehr-/Lernkontext darstellen. So hat sich gezeigt, dass die Erwartungen an ein vernetztes, multimediales und konstruktives Lernen zu einseitig an den technologischen Merkmalen und dadurch potenziell gegebenen Möglichkeiten für das Lernen orientiert waren. Individuelle Lernvoraussetzungen und die Probleme, die sich durch die selbstgesteuerte Erschließung eines nicht-linear strukturierten Inhaltsbereichs für die Lernenden ergaben, wurden nicht hinreichend berücksichtigt (Chen & Rada, 1996; Dillon & Gabbard, 1998; Rouet, 1992; Tergan, 1997b, c, d). Für die Mehrzahl der Lernenden ergeben sich beim Lernen mit Hypermedien zusätzliche Probleme, die bereits von Conklin (1987) berichtet und mit den Worten „lost in hyperspace“ beschrieben wurden. Hierunter ist eine allgemeine Desorientierung zu verstehen. Desorientierung resultiert zum einen aus dem Problem, mit Hilfe elektronischer Suchwerkzeuge in einer komplexen Hypertextbasis selbständig zielrelevante Inhaltselemente suchen zu müssen. Sie resultiert zum anderen aus der Schwierigkeit, die Zielrelevanz von Inhalten einzuschätzen und eine kohärente Wissensstruktur aufzubauen (Thüring, Haake & Hannemann, 1991). Entsprechende kognitive Leistungen können nur von Lernenden auf einem fortgeschrittenen Lernniveau (*advanced knowledge acquisition*) erwartet werden (Jacobson & Spiro, 1994). Erfolgreicher Wissenserwerb mit Hypermedien erfordert eine hohe Kompetenz im selbstgesteuerten Lernen, hohes inhaltliches Vorwissen, eine dem Lernmedium angemessene Lerneinstellung sowie eine ausreichende instruktionale Unterstützung (vgl. Rouet, 1992; Jacobson, Maouri, Mishra & Kolar, 1995; Chen & Rada, 1996; Gerdes, 1997; Zink, 1997;). Dabei spielen Merkmale der Aufgabenstellung eine wichtige Rolle (Zink & Schnotz, 1995; Zink, 1997; Zumbach, Bosniak & Reimann, 1998).

Gegen den instruktionalen Ansatz der Verwendung von Hypermedien wird ferner eingewendet, dass traditionelle, am Paradigma des Textverstehens orientierte Lernaufgaben und Kriterien erfolgreichen Lernens, wie das Verstehen und Behalten dargebotener Informationen, für ein selbstgesteuertes Lernen mit Hypermedien eher unangemessene Lernkriterien darstellen (Landow, 1990; Lehtinen, Balcytiene & Gustafson, 1993; McKnight, Dillon & Richardson, 1990; Tergan, 1997c, 2002). So forderten bereits McKnight, Dillon & Richardson (1990) ein Umdenken in der Nutzung von Hypermedien: „To be self-organized implies the ability to set one's own goals and to evaluate one's performance in relation to those goals, yet the education system usually expects learners to adopt the educational goals of the institution - typically evaluated by the passing of exams“ (McKnight, Dillon & Richardson, 1990, p. 13; vgl. auch Landow, 1990).

Ein instruktionaler Ansatz wird dem Anspruch einer thematisch offenen und multiperspektivischen Darstellung von Inhalten sowie dem Ziel des Erwerbs aktiven und transferierbaren Wissens (statt „trägem Wissen“) (vgl.

Renkl, 1996) für eine flexible und aufgabenspezifische Nutzung in unterschiedlichen Kontexten nicht gerecht (Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991). Der Anwendung von Hypermedien angemessener wären Ziele der Mediennutzung wie das Suchen nach Informationen (Guthrie & Mosenenthal, 1987; Guthrie & Dreher, 1990) im Rahmen der Bearbeitung eines Problems (vgl. Zumbach & Reimann, 2000) oder einer, im Sinne von Glaser (1991) als Studieren bzw. wissenschaftliches Arbeiten verstandenen, selbst-gesteuerten Nutzung von Lernressourcen für die Einarbeitung in einen komplexen Sachverhalt. Konsequenzen aus der kritischen Reflexion des traditionellen Ansatzes der Verwendung von Hypermedien im Lehr-/Lernkontext erscheinen daher ebenso erforderlich wie die Erschließung neuer Anwendungsperspektiven.

2.2 Hypermedien als Lernumgebungen

Entsprechende Konsequenzen aus der Kritik des traditionellen instruktionalen Ansatzes hinsichtlich der Nutzung der Hypertext-Technologie im Lehr-/Lernkontext stellen Hypermedien als Lernumgebungen dar. Ein didaktisches Design von Hypermedien, das nicht wie in der Vergangenheit vor allem auf die Überwindung von Orientierungsproblemen durch verbesserte Mittel der Navigationsgestaltung ausgerichtet ist, sondern auf die Ausgestaltung von Hypermedien zu sog. *powerful learning environments* (vgl. De Corte, 1994), erweist sich als erforderlich, um bisher kaum genutzte Potenziale von Hypermedien für den Wissenserwerb zu nutzen (vgl. Nelson & Palumbo, 1992; Tergan, 1997c). Entsprechende Ansätze wurden beispielsweise von Zumbach et al. (1998) sowie Jacobson & Archodidou (2000) realisiert.

Zumbach et al. (1998) gestalteten einen Hypertext als Lernumgebung im Rahmen eines sog. Goal-Based Scenarios (GBS; Schank, 1994; Schank, Fano, Bell & Jona, 1994). Ziel der Autoren war es, einen Hypertext so zu gestalten, dass dieser intrinsisch motivierend wirkt und Lerner durch die Art der Aufgabenstellung und Anregungen zum Nachdenken und zu einer tieferen Informationsverarbeitung veranlasst. In einem GBS wird den Nutzern eine sowohl komplexe, als auch herausfordernde Zielaufgabe in einem authentischen Kontext gestellt, die sowohl den Erwerb von Wissen, als auch von Fertigkeiten erforderlich macht. Zur Bewältigung der Aufgabe werden wiederum umfangreiche Materialien zur Verfügung gestellt, derer sich die Lernenden nach Bedarf bedienen können. Die von Zumbach et al. (1998) mitgeteilten Befunde einer experimentellen Untersuchung ergaben unter der GBS-Bedingung sowohl signifikant höhere intrinsische Motivationswerte, als auch höhere Leistungen bei der Aufgabenbewältigung.

Jacobson & Archodidou (2000) ziehen praktische Konsequenzen aus der Kritik, dass die Hypertext/Hypermedia-Forschung weitgehend an Theorien orientiert ist, die dem gegenwärtigen Stand der Theoriebildung nicht entsprechen. Sie entwickelten eine Hypermedia-Lernumgebung mit dem Ziel,

ein tieferes Verstehen komplexer Sachverhalte (hier: Neo-Darwinistische Evolutionstheorie) sowie die Umstrukturierung von Wissen (conceptual change) zu unterstützen. Das Design-Rationale der Lernumgebung gründet auf dem von Ihnen entwickelten *Knowledge-Mediator Framework*-Ansatz (KMF). Zentrale Bestandteile des KMF sind sozio-kognitionstheoretisch begründete Hypermedia-Design-Elemente (z.B. situierte Repräsentation von Wissen; Repräsentation fallbasierter und konzeptueller Aspekte des Domainwissens) und durch spezielle didaktische Techniken induzierte konstruktive, verstehensorientierte individuelle kognitive Lernaktivitäten (z.B. angeleitetes konzeptuelles „criss-crossing“ der Hypertextbasis, vgl. Spiro Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991). Die so entwickelte Hypermedia-Lernumgebung hat damit zum einen die Funktion, systematisch aufbereitete Lernressourcen bereitzustellen, zum anderen die Funktion, Lernaktivitäten zu induzieren und zu unterstützen, die aus theoretischen Erwägungen für Prozesse des „conceptual change“ als bedeutsam erachtet werden. Jacobson & Archodidou (2000) berichten über zwei empirische Studien, in denen die Lernumgebung erfolgreich eingesetzt wurde. Die Autoren werten die Befunde beider Untersuchungen als Bestätigung des KMF-Ansatzes und empfehlen die Realisierung ihres Ansatzes in einer Web-basierten Lernumgebung.

Eine im World Wide Web realisierte und in der Schulpraxis erfolgreich angewendete Lernumgebung ist WISE (*Web-based Inquiry Science Environment*) (Linn & Slotta, 2000). WISE bietet für High School Schüler der Stufen 4-12 die Möglichkeit, alltägliche naturwissenschaftliche Phänomene zu ergründen und mit Experten zu diskutieren. Der Inhalt zu WISE wurde in einem Inhalts-Repository zusammengestellt. Weitere lernrelevante Inhalte können mit Hilfe des Internet recherchiert und in WISE eingebunden werden. Die Lernenden werden mit Hilfe einer speziellen WISE Software zu lernrelevanten Webseiten geführt, können im World Wide Web selber nach weiteren Inhalten suchen, erhalten Hilfestellungen und Hinweise und können Online-Diskussionen mit anderen Lernenden sowie mit Inhaltsexperten führen.

Ein innovatives Beispiel einer Web-basierten Lernumgebung ist MUNICH. MUNICH (*Munich Net-based Learning in Computer Science*) soll Studierende der Informatik bei der Wissensanwendung im Kontext praktischer Problemstellungen unterstützen (Fischer, Tröndle & Mandl, 2001). Das Design von MUNICH orientiert sich an explizit theoretisch begründeten Prinzipien zur Nutzung von Multimedia-Technologien für die Realisierung authentischer Problemkontexte, die Unterstützung der gemeinsamen Wissenskonstruktion, die dynamische Visualisierung, den schnellen Zugang zu weiterführenden Wissensressourcen mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien sowie die flexible Unterstützung durch Teletutoring. Die Autoren berichten von Ergebnissen einer empirischen Untersuchung, in denen deutlich wird, dass zwar der realisierte Ansatz des problemorientier-

ten netzbasierten Lernens von Lernenden sehr positiv bewertet wird, dass jedoch die bereitgestellten Möglichkeiten zu konstruktiven Lernformen, z.B. kollaborative Wissenskonstruktion, Tools zur dynamischen Visualisierung von Denkprozessen und der flexible Zugriff auf relevante Internetressourcen suboptimal genutzt und bewertet werden.

In den genannten Beispielen werden Hypermedien vorwiegend genutzt, um multimediale Inhalte eines lernrelevanten Sachgebiets in einer weitgehend geschlossenen Lernumgebung zu repräsentieren, Tools zur gezielten individuellen und kollaborativen Bearbeitung von Aufgabenstellungen anzubieten und den flexiblen Zugriff auf Informationen und Tools zu ermöglichen. Zusätzliche didaktische Maßnahmen dienen dem Ziel, konstruktive Lernprozesse zu unterstützen, so dass Lernziele leichter erreicht werden. Die Nutzung von Hypermedien als Lernumgebungen bzw. als Web-basierte Lernräume dient allerdings, ebenso wie die Nutzung von Hypermedien als Instruktionsmedien, primär dem Ziel, das Verstehen eines vorab zusammengestellten und in der Hypertextbasis repräsentierten Lerninhalts zu unterstützen. Verglichen mit dem instruktionalen Ansatz werden allerdings Möglichkeiten für ein selbstgesteuertes Lernen, unter Einbeziehung von Wissensressourcen im Netz sowie Möglichkeiten des kollaborativen Wissenserwerbs in virtuellen Lerngruppen, intensiver genutzt. Prinzipien der Förderung konstruktiven und situierten Lernens mit dem Ziel der Verbesserung der Transferierbarkeit erworbenen Wissens, wird beim Design entsprechender Lernumgebungen gezielt Rechnung getragen.

Die Befunde empirischer Untersuchungen zum Lernen mit hypermedialen Lernumgebungen zeigen, dass grundlegende Probleme der Nutzung von Hypermedien für Lernen und Wissenserwerb weiterhin bestehen. Dies sind Probleme des Lernens mit multiplen Repräsentationen (Ainsworth, Wood & Bibby, 1998), Probleme der konzeptuellen und navigationalen Orientierung (Tergan, 2002) und des Cognitive Load (Conklin, 1987; Sweller, 1994; Wenger & Payne, 1996). Sie zeigen ferner, dass nicht vorrangig Merkmale der hypermedialen Inhaltsrepräsentation, sondern kognitive und emotionale Voraussetzungen auf Seiten der Lernenden, Merkmale didaktischer Szenarien und Aufgabenstellungen und die durch sie induzierten konstruktiven kognitiven Prozesse, sowie gezielte didaktische Maßnahmen zur Förderung von Wissenserwerbsprozessen, den Lernerfolg maßgeblich bestimmen (u.a. Jacobson, Maouri, Mishra, & Kolar, 1995; Zumbach et al., 1998).

Hypermedien sind zwar für die Repräsentation komplexer, vernetzter multimedialer Inhalte und für deren selbstgesteuerter Erschließung unentbehrlich geworden. Dies wird besonders am Beispiel des World Wide Web als weltweitem Hypermedium deutlich. Im Kontext eines offenen, problemorientierten und auf einer Vielfalt von Wissensressourcen gründenden Lernens, Problemlösens und wissensbasierten Arbeitens, ergeben sich jedoch

Anforderungen an Hypermedien, die über die traditionelle Verwendung als Medien zur Vermittlung und zum angeleiteten Erwerb eines vorab festgelegten Corpus an Wissen hinausgehen. Entsprechende Anforderungen beziehen sich beispielsweise auf Prozesse der Lokalisation, Organisation und externen Repräsentation von Wissensressourcen zur Erweiterung kognitiver Funktionen. Hypermedien erfordern dabei von Lernenden komplexere kognitive Aktivitäten als dies beim Lernen mit traditionellen Medien der Fall ist (Jacobson & Spiro, 1995). Ergänzend zu Kriterien des Verstehens und Behaltens von in der Hypertextbasis repräsentierten Informationen als Kriterien erfolgreicher Hypertextnutzung, gilt es, Kriterien erweiterter Medienkompetenz zu berücksichtigen, die den genannten Anforderungen gerecht werden.

Ein Projekt, das eine in diesem Sinne beispielhafte Nutzung des Hypermediums World Wide Web darstellt, ist das Projekt *ParIS*. *ParIS* steht für Partnerschaft zwischen Chemischer Industrie und Schule (Gräber, 2002; <http://www.ipn.uni-kiel.de/parcis/indexlearn.htm>). Industrie und Schule kooperieren im Rahmen dieses Projekts bei der Förderung von Bildung und Ausbildung von Schülern und Schülerinnen. Im Rahmen der weltweiten STS (Science-Technology-Society)-Bewegung wird in diesem Projekt vor allem die Einbettung naturwissenschaftlicher Inhalte in unterschiedliche praxisrelevante Kontexte erprobt. Ziel von *ParIS* ist zum einen die Förderung des Erwerbs selbstgesteuerten Lernens, zum anderen von Medienkompetenz. In Ergänzung zum normalen Unterricht sollen die Lernenden möglichst selbständig offene Fragen bearbeiten. Das Ziel ist es, naturwissenschaftliche Kenntnisse, vor allem auch außerhalb des Unterrichts, in lebensweltlichen Situationen anwenden zu können. Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen aus dem Alltag der Schüler und Schülerinnen, die diese selbstständig in Gruppen bearbeiten sollen. So kann es darum gehen, wie ein bestimmtes Produkt zusammengesetzt ist (z.B. Wie funktioniert ein Tintenkiller? Was ist grüner Ketchup und wie macht man ihn?). Zur Beantwortung der Fragen ist das Studium von Lehrbüchern nicht ausreichend. Hier ist die Unterstützung der Industrie und deren Fachleute erforderlich. Hilfreich ist ferner das Zusammenführen verteilten Wissens zu einem gemeinsamen Wissensfundus. Schüler können hierzu über das Internet Kontakte zu den Herstellern ihrer Produkte herstellen und finden im Idealfall die gesuchte Information auf deren Website, oder können diese ggfs. durch spezielle direkte Nachfragen per E-mail von den Firmen direkt erhalten. Mittels Kommunikation und Kooperation in Foren können Informationen zusammengeführt und gemeinsames Wissen generiert werden. Die Nutzung eines im Rahmen einer empirischen Untersuchung eingesetzten Mapping Tools (MindManager - <http://www.mindjet.com/index.shtml>) in Verbindung mit einem Portfolio zur Strukturierung von Gedanken sowie verfügbarer Wissensressourcen (z.B. Web-Dokumente), wurde dabei von den Lernenden vorwiegend positiv bewertet (Neumann, 2002).

Selbstgesteuertes, offenes, problemorientiertes und auf einer Vielfalt von Wissensressourcen gründendes Lernen im Sinne einer Konzeption des autonomen Studierens (Glaser, 1991), wissenschaftlichen Arbeitens (Hülshoff & Kaldewey, 1993) bzw. „document-based learning“ (Rouet & Britt, 2001), im Kontext der Bewältigung komplexer kognitiver Anforderungssituationen (z.B. Prüfungsvorbereitung, Lösung eines komplexen Problems), erfordert die selbständige Suche nach relevanten Lernressourcen (Informationen, technische und didaktische Tools). Es erfordert ferner den Einsatz geeigneter Strategien und Tools zur Aufbereitung lokalisierter Informationen, zur Organisation und Visualisierung verfügbaren Wissens, sowie zur Wissenskommunikation zwecks Feedback und Austausch mit anderen Lernenden bzw. einem Tutor, usw. Derartige zielgerichtete kognitive Aktivitäten können auch als Prozesskategorien des Wissensmanagements verstanden werden (Probst, Raub & Romhard, 1999; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2000). Es stellt sich die Frage, in wieweit Hypermedien geeignet sind, Prozesse des Wissensmanagements zu unterstützen, die sich aufgrund veränderter Anforderungen an das Lernen ergeben.

3. Wissensmanagement mit Hypermedien

3.1 Grundlegende Konzeptionen

Konzeptionen und Modelle zum Wissensmanagement haben sich in den vergangenen Jahren vor allem im betrieblichen Kontext entwickelt. Im Vordergrund stehen Fragen, wie das in lernenden Organisationen verfügbare Wissen am effektivsten organisiert, gespeichert, erweitert und Mitarbeitern zur Verfügung werden kann und welche Möglichkeiten zur Unterstützung entsprechender Prozesse bestehen. Organisationales und individuelles Lernen stehen dabei in enger Wechselwirkung. Reinmann-Rothmeier (2001, S. 2) beschreibt Wissensmanagement als den „Versuch, Wissensbewegungen zwischen Information und Handeln so zu gestalten, dass konkrete Probleme und Situationen zielbezogen bewältigt werden können“. Praktische Ansätze zum Wissensmanagement versuchen dabei eine „Integration des technisch orientierten Informationsmanagements mit dem Human Resource-orientierten Kompetenzmanagement“. Malhotra (2000) stellt fest: „Knowledge management (...) embodies organisational processes that seek synergistic combination of data and information-processing capacity of information technologies, and the creative and innovative capacity of human beings“. Im Vordergrund praxisbezogener Ansätze stehen dabei Methoden, Systeme und Tools zur Unterstützung und Förderung von Prozessen des Wissensmanagements.

Hypertextbasierte Systeme und Tools bieten vielfältige Möglichkeiten, Wissensmanagement-Prozesse zu unterstützen. Der Gedanke, Hypermedien und hypermediale Tools für das Wissensmanagement zu verwenden, ist keineswegs neu. Er gründet auf frühen Konzeptionen, Systeme zu entwickeln, die es den Menschen erleichtern sollten, mit der sich abzeichnenden

Informationsflut fertig zu werden. Schon Bush, ein Technologie-Berater des amerikanischen Präsidenten Roosevelt, hat sich bei der Konzeption seines Systems MEMEX zur individuellen automatisierten Verwaltung technischer Literatur hierüber Gedanken gemacht. MEMEX (memory extender) ist der Name einer von Bush (1945) konzipierten Maschine zur vernetzten Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung von technischen Informationen auf der Basis der Mikrofilm- und Fotozell-Technologie. Benutzern sollte die Möglichkeit gegeben werden, eine multimediale Bibliothek technischer Informationen selbst anzulegen, zu bereits gespeicherten Informationen Notizen zu machen bzw. neue Informationen hinzuzufügen, sich mittels Browsing in der Datenbasis frei zu bewegen, auf interessierende Informationen bei Bedarf gezielt zuzugreifen und diese zur Weitergabe zu kopieren bzw. für die eigene Verwendung zu speichern.

Die von Nelson (1974, 1981) aufgegriffenen und zum Konzept „Hypertext“ weiterentwickelten Gedanken galten der Entwicklung eines computerbasiereten weltweiten Bibliotheks- und Publikationssystems für multiple Nutzer namens XANADU. Dabei schwebte Nelson bereits eine Client-Server-Konzeption sowie Verknüpfungen zwischen Servern vor, die im heutigen World Wide Web Realität geworden sind. Ein entscheidender Schritt auf dem Weg, Hypertexte als kognitive Werkzeuge einzusetzen, wurde von Engelbart (1984) realisiert. Engelbarts Interesse galt der Entwicklung eines Hypertext-Systems zur Erweiterung der Möglichkeiten des menschlichen Intellekts, das vor allem für Geistesarbeiter (knowledge workers) eine Hilfe darstellen sollte. Aufbauend auf den Gedanken von Bush und Nelson, wurde von Engelbart das Konzept „Hypertext“ in seinem System AUGMENT zu einer kooperativen Arbeitsumgebung für miteinander kommunizierende Benutzer erweitert. Das System bietet Möglichkeiten zur Unterstützung kollaborativen Arbeitens mittels elektronischer Kommunikation und shared teleconferencing. Eine Weiterentwicklung von Gedanken zur Nutzung der Hypertext-Technologie als Werkzeug zum Wissensmanagement stellt die Konzeption von KMS (Knowledge Management System) dar, einem an der Carnegie Mellon University (USA) entwickelten System zum kollaborativen Arbeiten in einem multi-user Netzwerk (<http://www.iath.virginia.edu/elab/hfl0031.html>).

Die Geschichte des Konzepts „Hypertext“ zeigt, dass grundlegende Konzeptionen für die Nutzung der Hypertext-Technologie für das Informations- und Wissensmanagement bereits früh entwickelt wurden. In neueren Ansätzen wird bei der Verwendung von Hypertext-Systemen für das Wissensmanagement deren Rolle bei der Verfügbarmachung und Verarbeitung verteilten und kollaborativen Wissens fokussiert (Ricardo, 2001). Hypertexte bieten jedoch Funktionen für die Unterstützung von Prozessen des Wissensmanagements, die über die von Ricardo genannten hinausgehen (Tergan, 2001). Im Folgenden werden grundlegende Prozesskategorien des Wissensmanagements beschrieben. Dabei wird jeweils dargestellt, welche Rolle

Hypermedien sowie hypermediale Tools übernehmen könnten, um Wissensmanagement-Prozesse zu unterstützen.

3.2 Prozessförderung

Wissensmanagement-Prozesse werden initiiert, wenn Lernende vor einer Anforderungssituation stehen, zu deren Bewältigung eigenes Wissen sowie die Einbeziehung externer Wissensquellen erforderlich ist. In Anlehnung an Probst, Raub & Romhardt (1999) können folgende allgemeine Prozesskategorien des Wissensmanagements unterschieden werden, die eng aufeinander bezogen sind: Wissensidentifikation, Wissensbewertung/Wissensdiagnose, Lokalisation von Lernressourcen, Wissenskonstruktion, Wissensorganisation/Wissensrepräsentation, Wissensnutzung, Wissens(ver)teilung.

Wissensidentifikation

Liegt eine kognitive Anforderungssituation vor, z.B. die Lösung eines komplexen Problems, die erfolgreiche Bewältigung einer Prüfung, so gilt es in einem ersten Schritt, verfügbares eigenes Wissen zu identifizieren. Gefragt wird: „Über welches zielrelevante Wissen verfüge ich und (wo) habe ich Wissensdefizite?“ Der Prozess der Wissensidentifikation ist dabei eine metakognitive Aktivität. Er dient dem Ziel, das im Hinblick auf die Bewältigung einer kognitiven Aufgabenstellung verfügbare relevante Wissen zu erinnern bzw. zu rekonstruieren.

Hypermedien können beim Prozess der Wissensidentifikation eine indirekte Rolle spielen, wenn in ihrer Hypertextbasis das Zielwissen repräsentiert und als solches ausgewiesen ist und Lernende hieran abgleichen und identifizieren können, ob und welches lösungsrelevante Wissen verfügbar ist. Eine *direkte* Unterstützung von Prozessen der Identifikation des individuellen Wissens ist dann gegeben, wenn selber entwickelte bzw. annotierte Hypermedien als Erweiterung von Gedächtnisfunktionen verwendet werden und diese Hypermedien, zwecks Identifikation des eigenen aufgabenrelevanten Wissens, vom Wissensbesitzer durchsucht werden können. Entsprechende Möglichkeiten zur Annotation bietet z.B. das Informations- und Lernsystem HyperDisc (Tergan, Harms, Lechner & Wedekind, 1998). Eine neue Technologie zur Annotierung von Inhalten und Dokumenten im World Wide Web wird von der Fa. iMarkup Solutions vorgestellt (<http://imarkup.com/>).

Einschlägige Möglichkeiten zur Identifizierung eigenen Wissens bieten ferner Tools zur Wissensorganisation (s.u.). Diese Tools ermöglichen die Organisation und Externalisierung eigenen Wissens mittels Mapping-Technik. Beispiele entsprechender Tools auf Hypertextbasis sind WebSquirrel, Knowledge Manager, VIKI, Visual Knowledge Builder (VKB).

Wissensbewertung/-diagnose

Wissensbewertung/-diagnose betrifft die Einschätzung von Quantität, Qualität und Funktionalität des identifizierten Wissens für die Bewältigung einer gegebenen kognitiven Anforderungssituation. Sie erfolgt im Sinne eines

Soll-Ist-Vergleichs, zum einen als kontinuierlicher, in der Regel als metakognitiver Prozess, parallel zu anderen Wissensmanagement-Aktivitäten. Sie erfolgt zum anderen, im Sinne einer expliziten Erfolgskontrolle während bzw. am Ende eines Wissensmanagement-Prozesses, z.B. durch die Beantwortung von Fragen oder die Lösung von Aufgabenstellungen.

Wissensbewertung und -diagnose sind Prozesse, die durch Funktionen in Hypermedien keine direkte Unterstützung erfahren. Eine Unterstützung von Prozessen der Wissensbewertung ist mit Hypermedien nur dann möglich, wenn entweder Aufgaben zur Selbstkontrolle angeboten bzw. Fragen zur Reflexion der Angemessenheit eigenen Wissens gestellt werden (Jacobson & Archodidou, 2000; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982), oder über eine automatische Lernermodellierung eine Wissensdiagnose erfolgt, um darauf gründend Instruktion und tutorielle Maßnahmen an individuelle Wissensvoraussetzungen adaptieren zu können (vgl. Tergan, Hron & Mandl, 1992; Wenger, 1987). Wissensbewertung/-diagnose ist jedoch dann möglich, wenn Mapping-Tools verwendet werden und z.B. Strukturdarstellungen begrifflichen Wissens für eine qualitative Diagnose eingesetzt werden (Zumbach & Reimann, 2000; Jüngst & Strittmatter, 1995; Tergan, 1986, 1988). Entsprechende Ansätze für ihren Einsatz könnten in Anlehnung an Überlegungen zu Concept-Maps als Hypermedia-Komponenten (vgl. Gaines & Shaw, 1995) entwickelt werden.

Lokalisation von Lernressourcen

Lässt der Soll-Ist-Vergleich Wissensdefizite erkennen, so ist die Lokalisation von Lernressourcen erforderlich, um sich aufgabenangemessenes Wissen anzueignen. Der Begriff „Lernressource“ wird dabei umfassend verstanden. Russel (1990, p. 440) beschreibt ihn wie folgt: „A (learning) resource is any body of material or instructional activity in a system that can plausibly be construed as educational. A resource is a packet, possibly active, possibly even offline, that forms a chunk of instruction“. Für die Lokalisation von Lernressourcen zwecks Konstruktion aufgabenangemessenen Wissens erweisen sich Hypermedien als ideal. Offline-Hypermedien ermöglichen Nutzern, bei Verwendung der für Hypertexte typischen Navigations-, Such- und Browsingfunktionen, einen flexiblen und selbstgesteuerten Zugriff auf hypertextinterne und -externe Ressourcen (Kuhlen, 1991) sowie mittels Internet-Zugang Recherchen im World Wide Web. Bei Online-Hypermedien sind entsprechende Funktionen durch Nutzung der Internet-Funktionen direkt verfügbar. Lokalisation und Verfügbarmachung von Lernressourcen ist hier in weltweit verteilten Hypertextsystemen möglich (Norrie & Gaines, 1995).

Wissenskonstruktion

Wissenserwerb wird aus kognitionswissenschaftlicher Perspektive als Prozess der Wissenskonstruktion verstanden. Gemeint ist damit ein aktiver, konstruktiver situierter und sozial eingebundener Prozess des Aufbaus von

Wissensstrukturen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Wissenskonstruktion ist eng verknüpft mit Wissensrepräsentation und Wissensnutzung. Hypermedien werden als geeignet angesehen, Prozesse der Wissenskonstruktion zu unterstützen. So werden aktive, selbstgesteuerte kognitive Prozesse der Wissenskonstruktion durch die bei Hypermedien typische flexible, selbstgesteuerte Nutzung der Such-, Browsing- und Navigationsfunktionen ermöglicht. Zum anderen durch Annotationsfunktionen sowie spezielle Tools als Basis für den Aufbau eines persönlichen Annotationssystems (Beaufils, 2000; Bouvin, 2002). Möglichkeiten zur Wissenskonstruktion bieten sich ferner dann, wenn Autorenfunktionen bereitstehen, um einen gegebenen Hypertext den eigenen Zielsetzungen entsprechend umzustrukturieren (Tergan, Lechner & Hesse, 1999; Wedekind, 1998). Empirische Befunde zum Lernen mit Hypermedien verweisen allerdings darauf, dass mit Hypermedien nur unter bestimmten Bedingungen erfolgreich gelernt werden kann. Hierzu zählen z.B. hohes Vorwissen und aktiv-selbstgesteuerter Lernstil (Gerdes, 1997; Dillon und Gabbard, 1998) sowie instruktionale Unterstützung (z.B. Jacobson, Maouri, Mishra & Kolar, 1995).

Moderne Systeme, die als Lernumgebungen (Zumbach & Reimann, 2000), als Lernnetze (learning web - Norrie & Gaines, 1995) bzw. Wissensräume (knowledge spaces - Jacobson & Levin, 1995) konzipiert sind, bieten zur Unterstützung des Wissenserwerbs häufig die Möglichkeit des sozialen Lernens durch netzgestützte Kommunikation und kollaboratives Arbeiten. Auf die Möglichkeit, situiertes Lernen durch Einsatz des Computers zu unterstützen, verweisen bereits Brown, Collins & Duguid, (1989). Hypermedien eröffnen durch ihr Potenzial der Repräsentation und integrierten Präsentation multimedialer (multicodaler und multimodaler) Objekte die Möglichkeit, realitätsnahe Erfahrungen zu machen und damit situiertes Lernen zu unterstützen (vgl. Cognition & Technology Group at Vanderbilt, 1992).

Der Unterstützung der Wissenskonstruktion dienen nicht zuletzt einzelne hypertextbasierte Methoden und Tools. So haben Bromme & Stahl (1998) gezeigt, dass sich das „Schreiben“ von Hypertexten erfolgreich als Methode zur Förderung des Wissenserwerbs einsetzen lässt. Gaines & Shaw (1995) verweisen auf die Möglichkeit der Förderung der Wissenskonstruktion durch ein Concept-Mapping-Tool als Hypermedia-Komponente. Gentsch (1999) beschreibt ausführlich Möglichkeiten, wie sog. Text-Mining-Methoden zur Wissensentwicklung eingesetzt werden können. Text-Mining ist eine Methode, die sich zum einen zur automatischen Identifizierung von Wissen in unstrukturierten Datenbeständen, wie z.B. textuelle Inhalte in Hypermedia-Systemen, Internet-Seiten, Newsgroups, Diskussionsdatenbanken, Intranet-Dokumenten (Memos oder Präsentationen), technischen Reports oder E-Mails eignet. Mit Hilfe der Text-Mining-Methode können ferner automatisch begriffliche Baumstrukturen aufgebaut werden, die für ein näher zu erklärendes Konzept sowohl den begrifflichen als auch den inhaltlichen Kontext aufzeigen (Beispiel: USU Knowledge Miner). Die Do-

kumente, in denen die zwischen den Konzepten bestehenden Relationen beschrieben werden, müssen hierzu nicht selber gelesen werden. Der Aufbau von Wissensstrukturen kann hierdurch unterstützt werden.

Wissensorganisation/-repräsentation

Konstruiertes Wissen muss organisiert und in geeignetem Format repräsentiert werden. Die Repräsentation kann im Gedächtnis erfolgen (mentale Repräsentation) oder aber als externe Repräsentation mittels Notizzettel, auditive Speichermedien, elektronische Speichermedien, etc. Die Wissensrepräsentation sollte situiert und auf den potenziellen Anwendungskontext bezogen erfolgen, so dass Wissen nicht träges Wissen bleibt und eine Wissensnutzung erleichtert wird. Anwendungsbezüge sollten in Form expliziter kontextorientierter Verknüpfungen repräsentiert werden.

Die Hypertext-Technologie bietet Lernenden geeignete Möglichkeiten, Wissen zu externalisieren. Hypermedien eignen sich insbesondere für die Repräsentation komplexen und inkohärenten (ill-structured) Wissens (Spirro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991). Sie ermöglichen technisch eine prinzipiell „unzerlegte“ multicodale und multimodale Repräsentation komplexer Wissensobjekte (Weidenmann, 1997) und ermöglichen damit eine realitätsnahe Abbildung. Die Funktionalität für den Anwender bei der Suche und beim Umgang mit den Objekten ist dadurch erleichtert. Sie bieten ferner die Möglichkeit, erworbenes Wissen mit den für den Wissenserwerb bedeutsamen Wissensressourcen zu verlinken bzw. diese in den Hypertext direkt einzubinden. Durch Verwendung typisierter pragmatischer Verknüpfungen (vgl. Kuhlen, 1991) kann die Externalisierung des erworbenen Wissens kontextbezogen erfolgen, so dass Anwendungsbezüge erhalten bleiben. Hypermedien erhalten damit die Funktion persönlicher Wissensarchive. Auf diese Funktionen zur Externalisierung von Wissen in Hypermedien haben bereits Bush (1945) und Nelson (1974, 1981) hingewiesen. Entsprechende Konzeptionen zur Externalisierung von Wissen in Hypermedien finden sich heute in Gedanken solcher Forscher wieder, die Merkmale und Funktionen des Internet und des World Wide Web für die Konzeptualisierung von personal und shared knowledge spaces verwenden (Jacobson & Levin, 1995) und die das globale Hypertext-System „World Wide Web“ als eine Art Weltgedächtnis verstehen, auf das zur Identifizierung aufgabenrelevanten Wissens bei Bedarf zugegriffen werden kann (vgl. Meyer-Kress & Barcys, 1995).

Zur Unterstützung der individuellen Wissensorganisation und Externalisierung von Wissen werden computerbasierte Mapping Tools, darunter solche auf Hypertextbasis angeboten (Neumann, 2002; Shipman, Hsieh, Maloor & Moore, 2001). Die Hauptfunktion dieser Tools besteht für die Nutzer darin, Wissen (Konzepte, Ideen, Inhaltswissen) sowie Verweise (URLs) auf Informationen und Wissensquellen (Dateien, multimediale Dokumente im Word Wide Web, Websites) in einer individuell bedeutungsvollen Art zu

visualisieren und vor allem individuelle kognitive Funktionen beim Erinnern und bei der Lokalisation zu unterstützen. Die Verwendung von Mapping Techniken im Lehr-/Lernkontext hat sich bislang auf Concept-Mapping-Techniken beschränkt, die zur Unterstützung von Prozessen des (begrifflichen) Wissenserwerbs und der Wissensdiagnose eingesetzt wurden (vgl. Jüngst & Strittmatter, 1995; Mandl & Fischer, 2000). Erst in jüngster Zeit werden computerbasierte Mapping Tools zur Organisation von Wissen eingesetzt, um den Umgang mit komplexem Wissen zu erleichtern (z.B. Fischer, Tröndle & Mandl, 2001; Neumann, 2002). Computerbasierte Mapping Tools eröffnen dabei neue Möglichkeiten zur Unterstützung wissensbasierten Arbeitens. Eine Untersuchung ihres Potenzials für die Unterstützung selbstgesteuerten Lernens und die Erleichterung der individuellen Organisation, Repräsentation, Lokalisation und der Nutzung von Wissen und Wissensressourcen im Rahmen wissensbasierten Arbeitens ist bisher nicht erfolgt. Angesichts der zunehmenden Bedeutung eines wissensbasierten Online-Lernens besteht hier ein dringender Forschungsbedarf.

Wissensnutzung

Wissensnutzung steht in engem Bezug zur Wissensrepräsentation. Intern (mental) oder extern gespeichertes Wissen kann nur dann erfolgreich genutzt werden, wenn die Anwendungsbezüge des verfügbaren Wissens repräsentiert sind. Sonst bleibt Wissen implizit und „träge“ (Renkl, 1996). Um Wissen als aktives Wissen nutzen zu können, bedarf es expliziter kognitiver (semantischer und pragmatischer) Verknüpfungen einer gegebenen Anwendungssituation mit entsprechenden Elementen der internen (mentalen) oder externen Repräsentation dieses Wissens. In Hypertextbasen repräsentiertes Wissen kann dann erfolgreich genutzt werden, wenn auf Seiten der Lernenden eine entsprechende Kompetenz vorhanden ist und das Wissen in einer Weise strukturiert, anwendungsbezogen repräsentiert und zugänglich ist, die den Anforderungen zur Bewältigung einer bestimmten kognitiven Aufgabenstellung angemessen ist (Jacobson & Spiro, 1995; Renkl, 1996; Jacobson & Archodidou, 2000). So schlagen beispielsweise Jacobson & Archodidou (2000) eine aufgabengerecht vernetzte Kombination von fall- und problemzentriertem Wissen einerseits und konzeptuellem Wissen andererseits zur Repräsentation in einem Hypertext vor, um eine Wissensnutzung für Prozesse der Wissensumstrukturierung zu unterstützen. Für die individuelle und kooperative Wissensnutzung eignen sich ferner Visualisierungen von Wissen mittels computerbasierter Mapping-Tools (Neumann, 2002; Shipman et al., 2001). Diese unterstützen einen direkten Zugriff auf relevante Wissensinhalte. Wurden bei der Wissensorganisation die kontextuellen Anwendungsbezüge konzeptuellen Wissens durch syntaktische Mittel (z.B. Form und Farbe von Wissensknoten) sowie Links zu entsprechenden Anwendungsbeispielen explizit repräsentiert, so kann dadurch die Wissensnutzung erleichtert werden.

Wissen(ver)teilung

Wissens(ver)teilung dient unterschiedlichen Zielen, z.B. der Wissensvermittlung durch die Institution im Lehr-/Lernkontext, dem Wissensaustausch innerhalb einer Gruppe von Lernenden zur Ko-Konstruktion von Wissen oder der kooperativen Aufgabenbewältigung. Für das Wissensmanagement sind dabei Funktionen und Tools bedeutsam, die geeignet sind, Informationen und Wissen für die persönliche Nutzung zu verteilen sowie Lerngruppen zu unterstützen, die von unterschiedlichen Orten aus zeitgleich (synchron) oder zu unterschiedlichen Zeiten (asynchron) zwecks Wissens(ver)teilung miteinander kommunizieren. Gentsch (1999) unterscheidet in diesem Zusammenhang divergente und konvergente Systeme sowie Pull- und Push-Systeme. Divergente Systeme (E-Mail, Diskussionsforen, Ideen-datenbanken) ermöglichen eine offene und ungefilterte Entwicklung und Verteilung von Wissen. Sie bieten Möglichkeiten zur Erzeugung von Meinungsvielfalt und mehrperspektivischem Denken. Konvergente Systeme wie z.B. Text-Mining-Systeme ermöglichen die Selektion, Verdichtung und Konsolidierung des Wissensbestandes, z.B. durch Kategorisierung, und unterstützen Wissenskonstruktion und Wissensrepräsentation. Der zielorientierten und bedarfsgerechten Wissensverteilung in netzbasierten Systemen dienen sog. Push-, Pull- und kombinierte Systeme. Nutzer definieren ein Interessenprofil (Themengebiete, die nach Wichtigkeit eingestuft worden sind) an das System (Pull-Prinzip); das System verteilt Inhalte aus seiner Wissensbasis entsprechend diesem Profil (Push-Prinzip). Die erhaltenen Informationen werden von Nutzern kommentiert und bewertet und erneut in das System eingespeist (Feedback) oder auch (bei fehlender Relevanz) gelöscht.

Die Hypertext-Technologie kann im Rahmen eines Wissensmanagementprozesses in unterschiedlichen Kontexten als Werkzeug zur Teilung von Wissen eingesetzt werden. Bedeutsame Verwendungen der Technologie bestehen darin, kollaboratives Arbeiten zu ermöglichen (z.B. Beaufils, 2000). Hypertexte bieten beispielsweise Nutzern die Möglichkeit, unter Ausnutzung der Annotationsfunktion bestehende informationelle Einheiten (z.B. Dokumente) durch eigene Notizen zu ergänzen. Andere Hypertextnutzer können selber ebenfalls Annotationen vornehmen oder bestehende ergänzen, so dass ein kooperatives Arbeitsprodukt entstehen kann. Unter Verwendung einer einheitlichen Autorenumgebung bzw. Integration von Editor-Tools sind ferner kooperative Produktentwicklungen möglich (Yankelovich, Meyrowitz & van Dam, 1985; Kuhlen, 1991; Streitz, Haake, Schuler & Schütt, 1992). Verteiltes Wissen kann auf diese Weise zu gemeinsamem Wissen (shared knowledge) oder einem gemeinsamen Wissensprodukt zusammengeführt werden.

Prinzipiell ähnlich wie kollaborative Hypertext-Systeme lassen sich in telemedialen Lernsettings CMC (Computer Mediated Communication)-Systeme, die eine Verteilung und Teilung von Wissen ermöglichen, für kooperatives Arbeiten einsetzen. Zwei oder mehr Kommunikationsteilnehmer

kommunizieren dabei von verschiedenen Orten über das Internet entweder zeitgleich (synchron) per Chat oder zeitversetzt (asynchron) mittels E-Mail bzw. Computer Conferencing. Diese Systeme bieten sog. geteilte Arbeitsräume (shared workspaces) und unterstützen kollaboratives Arbeiten über das Internet/WWW. Fast alle Groupware-Produkte, wie z.B. das von der GMD entwickelte System BSCW (Basic Support for Cooperative Work), orientieren sich bezüglich der Repräsentations- und Zugriffsstrukturen am Hypertext-Konzept. Groupware-Produkte erweitern die Internet/WWW-Plattform um Funktionalitäten, die effektives Zusammenarbeiten zwischen Individuen und Gruppen von Individuen unterstützen sollen. Wissens(ver)teilung per BSCW gilt vor allem dem Ziel der Erarbeitung eines gemeinsamen Standpunktes (shared view) und/oder eines gemeinsamen Arbeitsproduktes (Friedrich, Hron, Tergan & Jechle, 2000). Der von Jacobson & Levin (1995) entwickelte Message Assistant ermöglicht die automatische Speicherung und Verlinkung von E-Mails im Sinne eines persönlichen Wissensraumes (personal knowledge space), der Veränderungen zulässt und damit beispielsweise einen Zugang aus multiplen Perspektiven ermöglicht.

4. Resümee

Zieht man ein Resümee unter die Forschung zu Hypermedien im Lehr/Lernkontext, so ist festzustellen, dass die anfängliche Euphorie angesichts der durch Hypertext- und Hypermedia-Systeme eröffneten neuen Möglichkeiten computerbasierten Lernens, inzwischen einer kritisch-reflektierten Betrachtungsweise gewichen ist (u.a. Tergan, 1997b, c, d; 2002). Eine mehrfache Trendwende ist erkennbar. Nach der weitgehend vergeblichen Suche nach Medieneffekten und der Fokussierung auf den Einfluss von Merkmalen und Funktionen von Hypermedien auf den Wissenserwerb, gilt das Interesse zunehmend der Gestaltung von Lernumgebungen und der Eignung didaktischer Methoden zur gezielten Förderung von Lernprozessen (Jacobson & Archodidou, 2000; Zumbach et al, 1998). Statt der bisherigen Forschung zu Hypermedien im traditionellen Paradigma schulischen Lernens mit dem vorrangigen Ziel der Unterstützung von Verstehensprozessen (reading comprehension), dem Erwerb kohärenter Wissensstrukturen (Thüring, Hannemann & Haake, 1995; Gerdes, 1997) und der erfolgreichen Wiedergabe des erworbenen Wissens, werden zunehmend auch Kriterien verwendet, die die Anwendung erworbenen Wissens sowie den Erwerb von Medienkompetenz in den Vordergrund stellen (Jacobson & Archodidou, 2000; Zumbach et al., 1998; PaIRS - <http://www.ipn.uni-kiel.de/parcis/>). In netzbasierten hypermedialen Lernsettings werden dabei gezielt Möglichkeiten zur Unterstützung kollaborativen Lernens eingesetzt und untersucht (Stahl, 2000). Dabei werden zunehmend häufiger Tools verwendet, die ein selbständiges Studieren in ressourcenreichen Lernräumen ermöglichen und entsprechende Prozesse des Wissensmanagements unterstützen sollen.

Eine Rückbesinnung auf die eigentlichen Potenziale von Hypermedia-Systemen erscheint überfällig: eine Rückbesinnung auf ihre Flexibilität als Speichermedien für multimediale Informationen, auf ihr Potenzial für die Einbindung extra-hypertextueller Objekte, z.B. externer Software, externe Kommunikationsdienste oder externe Online-Datenbanken (vgl. Kuhlen, 1991) sowie auf ihre Eignung, flexible Formen des Informationszugriffs zu ermöglichen. Die vor gut 10 Jahren erfolgte Feststellung von McKnight, Dillon & Richardson (1990) zur Nutzung von Hypertext hat nichts an Aktualität eingebüßt: „They can make a significant contribution (...) by acting as information stores and access mechanisms par excellence“ (p. 288). Die in Hypermedien angelegten Autorenfunktionen für konstruktive Nutzungsformen sowie weitere Funktionen wie die technische Realisierung von Kommunikation zwischen verteilten Hypermedien zur Ermöglichung kollaborativen Arbeitens, können bestehende Nutzungsmöglichkeiten im Kontext von Lehr-Lern-Prozessen sinnvoll ergänzen und darüber hinaus Prozesse des Wissensmanagements unterstützen.

Wissen kann nur von Menschen generiert und sinnvoll genutzt werden. Innovative Informations- und Kommunikationstechnologien können jedoch einen erheblichen Beitrag leisten, den Menschen das Wissen anderer für eigene Wissenserwerbs- und Problemlöseprozesse zur Verfügung zu stellen und sie beim Umgang mit der Ressource Wissen substanziell zu unterstützen (Laurillard, Stratford, Luckin, Plowman & Taylor, 2000; Gentsch, 1999). Maurer & Sapper (2001) stellen hierzu fest: „Current and future developments are making huge bodies of knowledge available to everyone, everywhere and whenever needed. This has deep implications for all of mankind, but particularly also for the whole teaching and learning process“ (p. 1249). Traditionelle Konzeptionen von Lernen und Wissenserwerb erweisen sich vor dem Hintergrund dieser Entwicklung als zu eng und zu ausschließlich auf schulische Lehr- und Lernprozesse bezogen. So stellt Maurer (2002) mit Bezug auf das eLearning fest: „..... traditional approaches in eLearning are now seen as not sufficient and are being replaced or supplemented by techniques from knowledge management.“

Ansätze hierzu bieten beispielsweise Initiativen, die darauf zielen, die Hypermedia-Funktionen des World Wide Web auszuweiten, indem für Nutzer Möglichkeiten zur Verlinkung von Webseiten, zur Annotation und zur Umstrukturierung bereitgestellt werden (Bouvin, 2002). Hierdurch eröffnen sich Möglichkeiten für die Unterstützung komplexer Formen des Lernens. Es eröffnet Perspektiven sowohl für individuelles als auch kooperatives Wissensmanagement und für die Unterstützung der Entwicklung der Kompetenz eines auf einer Vielfalt von Wissensressourcen gründenden Lernens. Kennzeichnend für die Anwendung von Hypermedien für das individuelle und kooperative Wissensmanagement ist dabei die selbstgesteuerte und konstruktive Nutzung verfügbarer Hypertext-Funktionen für die Gestaltung von Lern- und Arbeitsprozessen im Ver-

gleich zu der eher rezeptiven Nutzung entsprechender Funktionen bei der Verwendung von Hypermedien im instruktionalen Kontext. Eine derartige Nutzung der Möglichkeiten der Hypertext-Technologie könnte bestehende Nutzungsformen zur Unterstützung des Wissenserwerbs sinnvoll ergänzen. Kompetenz zum Wissensmanagement wird dabei zu einem wesentlichen Aspekt kognitiver Kompetenz, den es für die Zukunft zu entwickeln gilt. Der Nutzung von Hypermedien für das Wissensmanagement wird allerdings, wie bei bisherigen technischen Innovationen im Lehr-/Lernkontext, nur dann ein Erfolg beschieden sein, wenn Lernende den Mehrwert einer konstruktiven Nutzung der Möglichkeiten dieser Informationstechnologie für das Arbeiten mit Wissen und Informationen durch einen erfolgreichen praktischen Umgang mit ihr erfahren und es gelingt, die Entwicklung einer kognitiven Kompetenz zum Wissensmanagement zu unterstützen.

Für die Forschung besteht die Aufgabe zu analysieren, unter welchen Bedingungen auf Seiten der Nutzer, der verwendeten Management-Technologie, der Aufgabenstellung und Anwendungssituation, effektives Wissensmanagement erfolgt und welche Maßnahmen zur Unterstützung erforderlich sind. Hierzu gilt es Design- und Forschungsansätze zu entwickeln.

Literatur

- Ainsworth, S.E., Wood, D.J. & Bibby, P.A. (1998). *Analysing the costs and benefits of multi-representational learning environments* (pp. 120-134). Oxford: Elsevier Science.
- Beaufils, A. (2000). Tools and strategies for searching in hypermedia environments. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 16, 114-124.
- Bouvin, N.O. (2002). Augmenting the Web through open hypermedia. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 8, 3-25.
- Bromme, R. & Stahl, E. (1998). Räumliche Metaphern und das Schreiben von Hypertext: Eine Studie im Schulunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 156-166.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bush, V. (1945). As we may think. *Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A metaanalysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, 11(2), 125-156.
- Cognition & Technology Group at Vanderbilt University (1992). Technology and the design of generative learning environments. In T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction. A conversation* (pp. 115-119). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conklin, J. (1987). Hypertext - An introduction and a survey. *IEEE Computer*, 20(9), 17-41.
- De Corte, E. (1994). Toward the integration of computers in powerful learning environments. In S. Vosniadou, E. De Corte & H. Mandl (Eds.), *Technology-based learning environments. Psychological and educational foundations*

- (pp. 19-25). NATO ASI Series, Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 137. Berlin/New York: Springer.
- Dillon, A. & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology. A review of the quantitative research literature. Learner comprehension, control, and style. *Review of Educational Research*, 68(3), 322-349.
- Dillon, A. (1996). Myths, misconceptions and an alternative conception on information usage and the electronic medium. In J.-F. Rouet, J.J. Levonen, A.P. Dillon, and R.J. Spiro (Eds.), *Hypertext and Cognition* (pp. 25-42). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Engelbart, D. (1984). *Authorship provision in AUGMENT*. IEEC Computer, Proceedings, pp. 465-472.
- Fischer, F., Tröndle, P. & Mandl, H. (2001). Using the Internet to improve university education: Problem oriented web-based learning and the MUNICS environment (*Research report No. 138*). Munich, Germany: Ludwig-Maximilians-University, Institute for Empirical Pedagogy and Pedagogical Psychology.
- Friedrich, H.F., Hron, A., Tergan, S.-O. & Jechle, Th. (2000). Unterstützung kooperativen Schreibens in virtuellen Lernumgebungen. In P. Handler (Hrsg.), *Textproduzieren in elektronischen Medien. Strategien und Kompetenzen (Tagungsband zum 4. PROWITEC-Kolloquium, Wien 2000)*. Frankfurt/M.: Peter Lang.
- Gaines, B.-R. & Shaw, M.L.G. (1995). Concept maps as hypermedia components. *International Journal of Human Computer Studies*, 43(3), 323-361.
- Gentsch, P. (1999). *Wissen managen mit neuer Informationstechnologie*. Wiesbaden: Gabler.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Aktuelle Psychologische Forschung, Band 18 (Hrsg. A. Buchner & J. Funke). Lengerich/Scottsdale: Pabst Science Publishers.
- Glaser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *Learning and Instruction*, 1(2), 129-144.
- Gräber, W. (2002). Chemistry Education's Contribution to Scientific Literacy - An Example. In B. Ralle & I. Eilks (Eds), *Research in Chemical Education - What does this mean? Proceedings of the 16th Symposium on Chemical Education held at the University of Dortmund, 22-24 May 2002* (pp.119-128). Aachen: Shaker Verlag.
- Guthrie, J.T. & Dreher, M.J. (1990). Literacy as search: explorations via computer. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia. Exploring ideas in high technology* (pp. 65-113). Hillsdale: Erlbaum.
- Guthrie, J.T. & Mosenthal, P. (1987). Literacy as multidimensional: Locating information and reading comprehension. *Educational Psychologist*, 22(3/4), 279-297.
- Hülshoff, F. & Kaldewey, R. (1993). *Mit Erfolg studieren: Studienorganisation und Arbeitstechniken*. 3. Aufl. München: Beck
- Jacobson, M. J. & Archodidou, A. (2000). The Knowledge Mediator Framework: Toward the design of hypermedia tools for learning. In M. J. Jacobson, & R. J. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education: Advanced designs for technologies of learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Jacobson, M.J. & Levin, J.A. (1995). Conceptual frameworks for network learning environments: constructing personal and shared knowledge spaces. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1(4), 367-388.
- Jacobson, M.J. & Spiro, R.J. (1994). A framework for the contextual analysis of technology-based learning environments. *Journal of Computing in Higher Education*, 2(5), 3-32.
- Jacobson, M.J. & Spiro, R.J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: An empirical investigation. *Journal of Educational Computing Research*, 12(4), 301-333.
- Jacobson, M.J., Maouri, C., Mishra, P. & Kolar, C. (1995). Learning with hypertext learning environments: theory, design, and research. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 4(4), 321-364.
- Jonassen, D.H. (1986). Hypertext principles for text and courseware design. *Educational Psychologist*, 21, 269-292.
- Jüngst, K.L. & Strittmatter, P. (1995). Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 194-207.
- Knowledge Manager (online available: <http://www.conceptmaps.it/>)
- Kuhlen, R. (1991). Hypertext. *Ein nicht-lineares Medium zwischen Text und Wissensbank*. Berlin: Springer-Verlag.
- Landow, G.P. (1990). Popular Fallacies about hypertext. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp. 39-59). NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 67. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Laurillard, D., Stratford, D., Luckin, R., Plowman, L. & Taylor, J. (2000). Affordances for learning in a non-linear narrative medium. *Journal of Interactive Media in Education*, 2.
- Lehtinen, E., Balcytiene, A. & Gustafson, M. (1993). *Knowledge structures, activity, and hypertext*. Paper presented at the 5th EARLI Conference, Aix-en-Provence, France, August 31 - September 5, 1993.
- Linn, M. & Slota, J.D. (2000). How do students make sense of internet resources in the science classroom? In R. Kozma (Ed.), *Learning in the sciences of the 21st century* (pp. 193-226). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Malhotra, Y. (2000). Designing Tomorrow's Education, What is New in e-Learning', The European Commission, November 2001 (<http://www.brint.com/interviews.html>).
- Mandl, H. & Fischer, F. (2000). *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen: Hogrefe.
- Maurer, H. & Sapper, M. (2001). E-Learning has to be seen as part of general knowledge management. *Proceedings of ED-MEDIA 2001*, Tampere, AACE, Charlottesville, VA (2001), 1249-1253.
- Maurer, H. (2002). New Aspects of eLearning. Abstract (<http://icscnaiso.org/conferences/n/2002/keynotes.html>).
- McKnight, C., Dillon, A. & Richardson, J. (1990). A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext: State of the art* (pp. 10-19). Oxford: Intellect Books.
- Meyer-Kress, G. & Barczys, C. (1995). The global brain as an emergent structure from the worldwide computing network. *The Information Society*, 11(1). Mindjet (<http://www.mindjet.com/index.shtml>).
- MindManager (<http://www.mindjet.com/index.shtml>)

- Nelson, T. (1974). *Computer Lib: You can and must understand computers now*. Chicago: Hugos Book Service.
- Nelson, T. (1981). *Literary machines*. Swathmore, Pa.: Author.
- Nelson, W.A. & Palumbo, D.B. (1992). Learning, instruction and hypermedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1, 287-299.
- Neumann, A. (2002). Computergestütztes Mind Mapping im Chemieunterricht. Unveröffentlichte 1. Staatsexamensarbeit am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Norrie, D.H. & Gaines, B.R. (1995). The learning web: A system view and an agent-oriented model. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1(1), 23-41.
- ParIS (<http://www.ipn.uni-kiel.de/parcis/index.html>).
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. (1999). *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. Frankfurt am Main; Wiesbaden: FAZ/Gabler.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998). Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In F. Klix & H. Spada (Hrsg.), *Wissen. Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen/Bern/Toronto/Seattle: Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2000). *Individuelles Wissensmanagement*. Bern/Göttingen: Verlag Hans Huber.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2001). Wissen managen. Das Münchner Modell. Forschungsberichte Nr. 131. Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. Ludwigs-Maximilians-Universität München.
- Resnick, L.B. (1976). Task analysis in instructional design. Some cases from mathematics. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and Instruction* (pp. 51-80). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ricardo, F.J. (2001). Hypertext and knowledge management. *Proceedings of the twelfth ACM conference on hypertext and hypermedia 2001* (pp. 217-226), Aarhus, Denmark.
- Rouet, J.-F. & Britt M.A. (2001). *Hypermedia as a tool to promote document-based learning: Issues of learner skills and interface design*. Paper presented at the EARLI 2001 Conference, Fribourg, Switzerland.
- Rouet, J.-F. (1992) Cognitive processing of hyperdocuments: When does non-linearity help? In D. Lucarella, J. Nanard, M. Nanard & P. Paolini (Eds.), *Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext* (pp. 131-140). New York: Academic Press.
- Russel, D.M. (1990). Alexandria: A learning resources management architecture. In D. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning*, Chapter 24, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schank, R.C. (1994). Goal-based scenarios: A radical look at education. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(4), 429-453.
- Schank, R.C., Fano, A., Bell, B. & Jona, M. (1994). The design of goal-based scenarios. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(4), 305-345.
- Schulmeister, R. (1996). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie, Didaktik, Design*. Bonn/Paris: Addison-Wesley.

- Shipman, F.M., Hsieh, H., Maloor, P. & Moore, J.M. (2001). The visual knowledge builder: A second generation of spatial hypertext. In *Proceedings of the twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, pp. 113-122, Århus, Denmark. New York, NY: ACM Press.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feltovich, P.J. & Anderson, D.K. (1988). *Cognitive flexibility theory. Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains*. 10. Annual Conference of the Cognitive Science Society. Proceedings (pp. 375-383). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J. & Coulson, R.L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31, 24-33.
- Stahl, G. (2000). Collaboration information environments to support knowledge construction by communities. *AI & Society*, 14, 1-27.
- Streitz, N.A., Haake, J.M., Schuler, W. & Schütt, H. (1992). *SEPIA: A cooperative hypermedia authoring environment*. Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext (ECHT '92) (Milano, Italy, November 30 - December 4, 1992), pp. 11-22.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Tergan, S.-O. (1986). Zur Methodologie qualitativer Wissensdiagnose. In M. Amelang (Hrsg.). *Bericht über den 35. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Heidelberg* (S. 187). Göttingen: Hogrefe.
- Tergan, S.-O. (1988). Qualitative Wissensdiagnose - Methodologische Grundlagen. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.). *Wissenspsychologie* (S. 400-422). München/Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Tergan, S.-O. (1997a). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia. 2. überarbeitete Auflage*. (S. 122-137). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Tergan, S.-O. (1997b). Misleading theoretical assumptions in hypertext/hypermedia research. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(3/4), 257-283.
- Tergan, S.-O. (1997c). Multiple views, contexts and symbol systems in learning with hypertext/hypermedia: A critical review of research. *Educational Technology*, 37(4), 5-18.
- Tergan, S.-O. (1997d). Conceptual and methodological shortcomings in hypertext/hypermedia design and research. *Journal of Educational Computing Research*, 16(3), 209-235.
- Tergan, S.-O. (2001). Learning and individual knowledge management with hypermedia. Proceedings of the 26th International Conference on Improving University Teaching and Learning. Learner Centered Universities for the New Millennium. Rand Afrikaans University. Johannesburg, South Africa, 9-12 July 2001.
- Tergan, S.-O. (2002). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme und Perspektiven. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia. 3. überarbeitete Auflage* (S. 99-112). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

- Tergan, S.-O., Hron, A. & Mandl, H. (1992). Computer-based systems for open learning. In S.-O. Tergan, J.J. Sparkes, C. Hitchcock, A.R. Keyes, A. Hron & H. Mandl (G. Zimmer & D. Blume, Eds.), *Open learning and distance education with computer support* (pp. 97-195). Band 4 der Reihe „Multimediales Lernen in der Berufsbildung“. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH.
- Tergan, S.-O., Harms, U., Lechner, M. & Wedekind, J. (1998). Concept and design of a hypermedia environment for open learning. In G. Davies (Ed.), *Teleteaching '98 - Distance Learning, Teaching and Education. Schriftenreihe der Österreichischen Computer Gesellschaft, Bd. 120* (Part 2, pp. 1003-1009). Wien: OCG.
- Tergan, S.-O., Lechner, M. & Hesse, F.W. (1999). *HyperDisc. Ein Hypermedia-System zur Unterstützung offenen Lernens in Hochschule und Weiterbildung. Design und Anwendung. Reader zur Fachtagung „Lehren und Lernen mit neuen Medien. Plattformen, Modelle, Werkzeuge“* (S. 132-139). Hildesheim, 25.11.-26.11.1999. Hildesheim: Geschäftsstelle Multimedia der Universität Hildesheim.
- Thüring, M., Haake, J.M. & Hannemann, J. (1991). What's ELIZA doing in the Chinese room? Incoherent hyperdocuments - and how to avoid them. In *Proceedings of Hypertext '91* (pp. 161-177). New York: ACM Press.
- Thüring, M., Hannemann, J. & Haake, J.M. (1995). Hypermedia and cognition: Designing for comprehension. *Communications of the ACM*, 38(8), 57-66
- USU Knowledge Miner
(<http://www.usu.de/produkte/knowledgemanagement/index1.html>).
- VIKI (<http://bush.cs.tamu.edu/~marshall/viki-sidebar.html>).
- Visual Knowledge Builder (<http://www.csd.tamu.edu/VKB/>).
- Web Squirrel (<http://www.eastgate.com/squirrel/>).
- Wedekind, J. (1998). *Das Projekt HyperDisc: Eine Lernumgebung für die Weiterbildung. Grundlagen der Weiterbildung* GdW-Ph 30 Oktober 1998.
- Weidenmann, B. (1997). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In L.J. Issing & P. Klimsa (Eds.), *Information und Lernen mit Multimedia* (pp. 65-84). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- Wenger, M.J. & Payne, D.G. (1996). Comprehension and retention of non-linear text: Considerations of working memory and material-appropriate processing. *American Journal of Psychology*, 109(1), 93-130.
- WISE (<http://wise.berkeley.edu/welcome.php>).
- Yankelovich, N., Meyrowitz, N. & van Dam, A. (1985). Reading and writing the electronic book. *IEEE Computer*, 18(10), 15-30.
- Zink, T. & Schnotz, W. (1995). *Informationssuche und Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Hypertext*. Forschungsbericht 4. Jena: Institut für Psychologie der Friedrich-Schiller Universität Jena.
- Zink, T. (1997). *Wissenserwerb mit Hypertexten*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- Zumbach, J. & Reimann, P. (2000). Problem-based learning als konstruktivistischer Ansatz in der internetbasierten Umweltpädagogik. In K. Tochtermann & W.-F. Riekert (Hrsg.), *Hypermedia im Umweltschutz 2000* (S. 55-58). Marburg: Metropolis-Verlag.

Zumbach, J., Bosniak, M. & Reimann, P. (1998). Hypertexte als Lernumgebung - Motivation und Wissenserwerb in hypertextbasierten umweltpädagogischen Lernumgebungen. In W.-F. Riekert & K. Tochtermann (Hrsg.), *Hypermedia im Umweltschutz* (S. 277-280). Marburg: Metropolis-Verlag.

Anschrift des Autors

Dr. Sigmar-Olaf Tergan, Institut für Wissensmedien (WM)
Konrad-Adenauer-Str. 40, 72072 Tübingen, Tel. 07071-979-227